

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-340607

(43)公開日 平成4年(1992)11月27日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 05 D 1/02	P	7828-3H		
B 65 G 43/00		9245-3F		
G 05 B 13/02	J	9131-3H		
// B 25 J 5/00	E	9147-3F		
B 65 G 43/08	C	9245-3F		

審査請求 未請求 請求項の数1(全7頁) 最終頁に統く

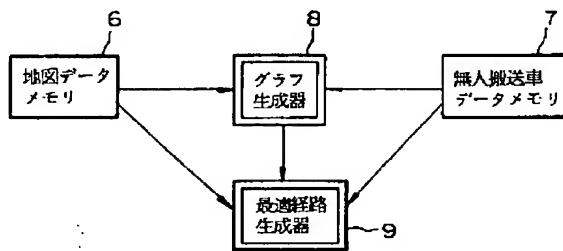
(21)出願番号	特願平3-141373	(71)出願人	000002059 神鋼電機株式会社 東京都中央区日本橋3丁目12番2号
(22)出願日	平成3年(1991)5月17日	(72)発明者	江川 隆己 三重県伊勢市竹ヶ鼻100番地 神鋼電機株式会社伊勢製作所内
		(74)代理人	弁理士 志賀 正武 (外2名)

(54)【発明の名称】 最適経路決定装置

(57)【要約】

【目的】 データ設定を少なくすると共に、移載方向合わせも可能な走行路を決定する。

【構成】 ノードの集合と、隣接する2つの走行可能なノード間であるアーケの集合と、ノード間の距離等のコスト計算の指標に基づいて各アーケについて計算されたコストの集合とからなるグラフを生成するグラフ生成器8と、搬送指示から出発ノードと目標ノードおよび目標ノードにおける移載方向を求め、これとグラフ、ノードの配置と属性およびアーケの属性などのデータに基づいて最適経路を生成する最適経路生成器9とを設ける。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 搬送路を記述した地図データのノードの集合と、隣接する 2 つの走行可能なノード間であるアークの集合と、ノード間の距離等のコスト計算の指標に基づいて前記各アークについて計算されたコストの集合とからなるグラフを生成するグラフ生成器と、搬送指示から出発ノードと目標ノードおよび目標ノードにおける移載方向を求め、これと前記グラフ生成器において求められたグラフ、前記地図データのノードの配置と属性およびアークの属性などのデータに基づいて最適経路を生成する最適経路生成器とを具備することを特徴とする最適経路決定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、工場などの物流を担う無人搬送システムにおいて、ワークを運ぶ無人搬送車や移動ロボットの走行経路を簡単でかつ最適に決定できる最適経路決定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図 7 は従来の無人搬送システムの構成例を示すブロック図であり、この図において、1 は工場の生産管理を行なうホストコンピュータ、2 は無人搬送システム全体の管理を行なう制御局、3 はワークの移載や搬送を行なう無人搬送車 4₁、4₂、…が走行する搬送路である。搬送路 3 は、床面に誘導線を付設して形成し、その搬送路 3 上に無人搬送車 4 同士の衝突防止やワークの移載などのために停止できるノード 1～12 および 101～107 を形成する。

【0003】 このような構成において、ホストコンピュータ 1 は、生産計画や設備稼働状況に従って制御局 2 に例えば、以下に示す搬送要求を出す。

【装置 a でワークを 2 個積み、装置 b で降ろせ】

尚、装置 a で積み作業する場所がノード 102 であり、装置 b で降ろし作業する場所がノード 107 であるとする。

【0004】 制御局 2 は、この搬送要求を受け取ると、その搬送要求を装置 a および b に対応したノードに直すなどして無人搬送システムに合致した搬送指示を作成し、適当な無人搬送車 4 に割り付ける。今、制御局 2 は、無人搬送車 4₁ が他の搬送要求を処理中なので、待機中の無人搬送車 4₂ に搬送指示を割り付けたと仮定する。このとき、制御局 2 から無人搬送車 4₂ には、以下に示す 2 つの搬送指示が送られる。

搬送指示 1 : [ノード 106 からノード 102 へ行き、ワークを 2 個積め]

搬送指示 2 : [ノード 102 からノード 107 へ行き、ワークを 2 個降ろせ]

【0005】 一方、無人搬送車 4 は、内部のメモリに搬送路 3 に関する地図データを記憶している。この地図データは、ノードの位置や停止・移載・方向転換等のノード

10

20

30

40

50

2

で行なえる動作およびノード間の経路の長さや方向等の無人搬送車 4 が搬送路 3 を走行するために必要なデータである。そして、無人搬送車 4 は、このような地図データを参照しながら、与えられた搬送指示を処理するための走行経路を決定する。

【0006】 以上説明した動作のうち走行経路の決定以外は、無人搬送車 4 も移動ロボットも同様である。但し、移動ロボットを用いた無人搬送システムにおいては、搬送路として誘導線を付設せず、ノードだけを設定する。しかし、どのノードからどのノードへ行けるかといった情報が上述した地図データとして移動ロボット内部のメモリに記憶されているので、結果的には、図 7 と同様な搬送路 3 が形成されることになる。

【0007】 次に、走行経路の決定方法であるが、これは無人搬送車 4 と移動ロボットとでは異なるので、以下、それぞれの場合に分けて順次説明する。

①無人搬送車の走行路決定方法

無人搬送車の場合は、作業者が地図データ上の分岐可能なノード(分岐ノード)に、分岐するための情報を予め与える。図 7 の例では、ノード 2～5 およびノード 8～11 が分岐ノードである。分岐するための情報は、「そのノードに入ってきた方向と目標ノードに応じて、分岐方向を指定」するという形で与える。

【0008】 ここで、上述した搬送指示 1 を例にとり、走行路決定方法を具体的に説明する。走行路決定に必要な分岐情報は以下に示す 2 つである。

ノード 10 の分岐情報 : [ノード 106 から入ってきて、ノード 102 へ行く場合は、左(ノード 4 の方向)へ行く。]

ノード 4 の分岐情報 : [ノード 10 から入ってきて、ノード 102 へ行く場合は、左(ノード 102 の方向)へ行く。]

従って、無人搬送車 4₂ は、ノード 106 から出発して、ノード 10 および 4 を経由してノード 102 へ行き、そこで積み作業をすることになる。

②移動ロボットの走行路決定方法

移動ロボットの場合は、現在注目しているノードと接続する各ノードについて、評価値を求め、最も小さい評価値を与えるノードを次の着目ノードにしながら、目標ノードまでの距離およびロボットの姿勢変化などを考慮して走行路を決定する。

【0010】 ここで、上述した搬送指示 1 を例にとり、走行路決定方法を具体的に説明する。

(1) まず、出発ノード 106 に着目する。ノード 106 の接続ノードは、ノード 9 と 10 である。ノード 9 はノード 10 と比べ、ノード 106 からも目標ノード 102 からも離れているため、ノード 10 の評価値より大きくなる。従って、ノード 10 が次の着目ノードになる。

【0011】 (2) 次に、ノード 10 の接続ノード 1 と 107 について、同様に評価値を求めるところ、目標ノード 1

3

02に近いノード4の方が良い評価値を与える。従って、ノード4が次の着目ノードになる。

(3)次に、ノード4の接続ノード102と103について、同様に評価値を求めるが、目標ノードであるノード102の方が良い評価になるのは明白である。以上説明した処理により、走行路は、106→10→4→102と決定される。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来の最適経路決定方法においては、以下に示す欠点がある。

(イ)無人搬送車の場合、分岐情報の設定が大変である。上述したように、作業者は、各分岐ノードについて、進入方向と目標ノードの組合せの数だけ分岐情報を設定しなければならないため、規模の大きい無人搬送システムになると、分岐ノード数や目標ノード数が多くなり、組合せの数も膨大になり、非常に手間がかかり、大変である。

【0013】(ロ)移動ロボットの場合、移載方向合せができないことがある。

例えば、図8のノード106にいる移動ロボット5は、ノード9の方向を向いている。この状態で、上述した搬送指示1を処理するために、走行路として106→10→4→102を決定したとする。この場合、106→10の間は後進で走行し、10→4の間は横行(図8の移動ロボット5')し、4→102の間は前進で走行する。そうすると、ノード102で停止したときは、ノード3の方向を向いている(図8の移動ロボット5'')。

【0014】一方、ワークの移載などを行なう装置はすべて搬送路3の外側にあるものとする。従って、ノード102においては、移動ロボット5''の右側で移載(右移載という)しなければならない。ところが、移動ロボット5は左移載しかできないとすると、ノード102では移載できることになる。

【0015】そこで、スピナーチーンとスイッチバックによって移載方向合わせを行なう。まず、スピナーチーンとは、図9に示す移動ロボット5'のように、ノード4で停止後、その場所で180度回転する動作である。従って、この後、後進でノード102まで行けば、移載方向が合う。次に、スイッチバックについて説明する。図10において、今、ノード106からノード101への搬送指示があり、走行路として106→9→3→2→101を決定したとする。この場合、ノード9と3との間では横行はできないものとする。普通に走行する場合は、移動ロボット5はすべて前進であり、図10に示すように、移動ロボット5、移動ロボット5'、移動ロボット5''の姿勢で順次走行するので、ノード101において移載方向が合わなくなる。そこで、ノード3(移動ロボット5'')から一旦ノード102へ前進で走行し、その後、後進で102→3→2→101と進めば移載方向が

4

合う。このように姿勢反転する動作を、スイッチバックという。

【0016】以上説明したスピナーチーンとスイッチバックとは、姿勢反転をするという意味において同じであるので、以後、スピナーチーンやスイッチバックが可能なノードを、反転可能ノードと呼ぶことにする。尚、反転可能ノードか否かは、搬送路のスペースや移動ロボット5の形状に依存する。従って、全てのノードが反転可能というわけではない。

【0017】ここで、図8における搬送指示1の説明に戻る。図9の例では、ノード4においてスピナーチーンを行ったが、今、ノード106、10、4、102のいずれも反転可能ノードでないとすると、図8に示すように走行せざるを得ず、この走行路においては移載合わせができないことになる。以上説明したことまとめると以下に示すようになる。

(イ)無人搬送車の場合は、作業者が移載方向を考慮して分岐情報を設定するため、方向合わせができなくなることはないが、①で述べたように、分岐情報の設定が大変であるという欠点がある。

(ロ)移動ロボットの場合は、設定すべきデータ量は少ないが、②で述べたように、移載方向合わせができない場合があるという欠点がある。

この発明は、このような背景の下になされたもので、データ設定が少なくてすみ、しかも、移載方向合わせも可能な走行路を決定することができる最適経路決定装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】この発明は、搬送路を記述した地図データのノードの集合と、隣接する2つの走行可能なノード間であるアーケの集合と、ノード間の距離等のコスト計算の指標に基づいて前記各アーケについて計算されたコストの集合とからなるグラフを生成するグラフ生成器と、搬送指示から出発ノードと目標ノードおよび目標ノードにおける移載方向を求め、これと前記グラフ生成器において求められたグラフ、前記地図データのノードの配置と属性およびアーケの属性などのデータに基づいて最適経路を生成する最適経路生成器とを具備することを特徴としている。

【0019】

【作用】上記構成によれば、まず、グラフ生成器は、ノードの集合と、アーケの集合と、コストの集合とからなるグラフを生成する。次に、最適経路生成器は、搬送指示から出発ノードと目標ノードおよび目標ノードにおける移載方向を求めた後、この移載方向とグラフ生成器において求められたグラフ、地図データのノードの配置と属性およびアーケの属性などのデータに基づいて最適経路を生成する。

【0020】

【実施例】以下、図面を参照して、この発明の一実施例

について説明する。図1はこの発明の一実施例による最適経路決定装置を適用した無人搬送システムの無人搬送車4の構成を示すブロック図である。尚、無人搬送システムの他の構成は図7と同様であるので、その説明を省略する。また、以下説明する一実施例においては、無人搬送車4も移動ロボット5も動作は同様であるので、無人搬送車4についてのみ説明する。

【0021】図1において、6はノード座標やノードの接続関係等の地図データが記憶された地図データメモリ、7は無人搬送車4の速度や移載方向、姿勢等の無人搬送車データが記憶された無人搬送車データメモリである。また、8はグラフ生成器であり、地図データメモリ6に記憶された地図データのノード座標やノードの接続関係および無人搬送車データメモリ7に記憶された無人搬送車の速度などの無人搬送車データを参照して以下に示すグラフGを作成する。

$$G = (N, A, C) \cdots \textcircled{1}$$

ここで、 $N = \{n^1, n^2, \dots, n^m\}$ は、地図データメモリ6に記憶された地図データに基づいて全てのノードを1から順に番号付けしたノードの集合であり、mはノード数である。 $A = \{a^1, a^2, \dots, a^n\}$ は、任意の隣接する2つのノード n^i, n^j をそれぞれ始点ノードと終点ノードとし、かつ、その2つのノード n^i, n^j 間が走行可能な場合のその2つのノード n^i, n^j を接続したアーケ $a^k = (n^i, n^j)$ を全て1から順に番号付けしたアーケの集合であり、nはアーケ数である。Cは、ノード間の距離等のコスト計算の指標に基づいて各アーケ $a^k = (n^i, n^j)$ について計算したコストの集合である。

【0022】さらに、9は最適経路生成器であり、制御局2から与えられた搬送指示から出発ノードと目標ノードおよび目標ノードにおける移載方向を求め、これとグラフ生成器8において求められたグラフG、地図データメモリ6に記憶された地図データのノードの配置と属性およびアーケの属性並びに無人搬送車データメモリ7に記憶された移載方向や姿勢などの無人搬送車データに基づいて最適経路を生成する。

【0023】このような構成において、まず、図7の搬送路3に関する地図データメモリ6に記憶された地図データに基づいて図2に示すグラフGを生成するグラフ生成器8の動作について説明する。尚、図7の搬送路3におけるノード番号と図2のグラフにおけるノード番号とが異なっているが、対応付けさえされていれば良いので問題はない。

【0024】図7の搬送路3におけるノードの集合{1, 101, 2, 3, 102, 4, 103, 5, 104, 6, 7, 8, 105, 9, 106, 10, 107, 11, 12}は、図2のグラフGにおけるノードの集合 $N = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19\}$ に対応している。また、出発ノードをノード15、目標ノードをノード5、反転可能ノードをノード7, 12, 18とする。

【0025】さらに、隣接ノード間は全て走行可能とすると、アーケの集合Aは、 $A = \{(1, 2), (1, 11), (2, 1), (2, 3), (3, 2), (3, 4), (3, 12), (4, 3), (4, 5), (4, 14), (5, 4), (5, 6), (6, 5), (6, 7), (6, 16), (7, 6), (7, 8), (8, 7), (8, 9), (8, 18), (9, 8), (9, 10), (10, 9), (10, 19), (11, 1), (11, 12), (12, 3), (12, 11), (12, 13), (13, 12), (13, 14), (14, 4), (14, 13), (14, 15), (15, 14), (15, 16), (16, 6), (16, 15), (16, 17), (17, 16), (17, 18), (18, 8), (18, 8), (18, 17), (18, 19), (19, 10), (19, 18)\}$ となる。尚、図2においては、アーケ $a^k = (n^i, n^j)$ を始点ノード n^i から終点ノード n^j への矢印として表現している。また、もし、ノード2からノード1へは走行できないとすると、アーケ(2, 1)が生成されないのは当然である。

【0026】次に、各アーケ $a^k = (n^i, n^j)$ について、そのコストを計算する。コスト計算の指標としては、

(a)ノード間の距離

(b)ノード間の移動距離

などが考えられる。また、これらに加えて、

(c)経路の方向性

を考慮することも可能である。

【0027】(a)の場合は、出発ノード15と目標ノード5のそれぞれの座標から、アーケ $a^k = (n^i, n^j)$ の長さを求めてコストとする。また、(b)の場合は、アーケ $a^k = (n^i, n^j)$ の長さと無人搬送車4の速度とからアーケ $a^k = (n^i, n^j)$ 上の走行時間を求めてコストとする。そのほかに、前進または後進から横行に変る場合、一旦停止して無人搬送車4の車輪を90度回転させなければならないが、これに必要な時間を走行時間に加えても良い。さらに、図7の搬送路3において、なるべく1→101→2→3→102→4→103→5→104→6→12→1→107→10→106→9→105→8→7の方向で走らせたいといった無人搬送システム固有の条件についても、逆方向(例えば、3→2)については、ペナルティとして余分なコストを加えることも可能である。これが上述した(c)の経路の方向性を考慮した例である。以上説明したようにして、各アーケ $a^k = (n^i, n^j)$ に対してコスト $C(a^k)$ を求める。これにより、図2に示すグラフGが生成される。図2において、各アーケ $a^k = (n^i, n^j)$ に付けられているコスト $C(a^k)$ は、ノード n^i, n^j 間の移動時間に経路の方向性を加味して計算した一例である。

【0028】次に、図7に示す無人搬送車4²に上述した搬送指示1が与えられた場合に最適経路を生成する最適経路生成器9の動作について図3に示すフローチャートに基づいて説明する。尚、図7に示す無人搬送車4²は、左移載であり、出発ノード15においてノード14の方を向いているとする。

【0029】まず、最適経路生成器9は、図3のステップS1の処理へ進み、出発ノードをノード15として前向き探索木を作成する。即ち、出発ノード15から全てのノードに対して、そこまでのコスト積算値を最小にす

7

る経路を探索する。その結果、出発ノード15をルート(根)とするツリー(木)(前向き探索木)が得られる。その結果を図4に示す。

【0030】尚、ツリーを作成する途中で出てきた同じノードは、コストが大きい方を捨てていく。また、図4において、ノード番号の横に括弧でくくった数値は、出発ノード15からそのノードまでの経路上におけるアーク $a^k = (n^l, n^l)$ のコストの積算値である。例えば、出発ノード15からノード4へは、ノード14を経由(経路: 15 → 14 → 4)し、コストは43になることが分かる。そして、ステップS2へ進む。

【0031】ステップS2では、図4の前向き探索木を参照して、出発ノード15から目標ノード5までの経路(候補経路)を求める。今の場合、図4の前向き探索木から候補経路が15 → 16 → 6 → 5のように求まる。そして、ステップS3へ進む。ステップS3では、移載方向チェック1を行なう。即ち、無人搬送車4²が出発ノード15を出発するときの姿勢と経路上における各アーク $a^k = (n^l, n^l)$ の属性(例えば、前進または後進や横行)に基づいて、無人搬送車4²が候補経路を順に走行した場合の目標ノード5における移載方向が合っているか否かを判断する。この判断結果が「YES」の場合には、候補経路を最適経路として一連の作業を終了する。

【0032】一方、上述した判断結果が「NO」の場合、即ち、目標ノード5における移載方向が合っていない場合には、ノード属性に基づいて、経路上のノードに反転可能なノードがあるか否かを判断する。この判断結果が「YES」の場合には、そのノードにおける反転動作を付けて候補経路を最適経路として一連の作業を終了する。

【0033】また、上述した判断結果が「NO」の場合、即ち、目標ノード5における移載方向が合わず、経路上のノードに反転可能なノードもない場合には、ステップS4へ進む。今の場合、無人搬送車4²は、出発ノード15においてノード14の方に向いており、かつ、ノードの配置とアーク(15, 16)の属性が前進または後進であることから、15 → 16へは後進で進むことが分かる。同様に、16 → 6は横行、6 → 5は前進で進み、ノード5においてノード4の方を向いて停止することが導かれる。

【0034】そして、無人搬送車4²の移載方向と目標ノード5における移載方向とから、無人搬送車4²は、目標ノード5においてはノード6の方を向かなければならぬことが判明するので、移載方向が合わないと判断される。尚、ノード15, 16, 6, 5のいずれかが反転可能ノードであれば、そのノードで姿勢を反転することとして、15 → 16 → 6 → 5を最適経路とすることができるが、いずれも反転可能ノードでないので、今の場合は、ステップS4へ進む。

【0035】ステップS4では、全てのノードから目標

10

20

30

40

50

8

ノード5に対して後向き探索木を作成する。即ち、全てのノードから目標ノード5に対してそこまでのコスト積算値を最小にする経路を探索する。その結果、目標ノード5をルート(根)として前向き探索木と反対方向のツリー(木)(後向き探索木)が得られる。その結果を図5に示す。そして、ステップS5へ進む。

【0036】ステップS5では、経路合成を行なう。即ち、図4に示す前向き探索木と図5に示す後向き探索木とに基づいて各ノードを経由する経路を求める。具体的には、出発ノード15から経由ノードまでの経路を図4に示す前向き探索木から求め、経由ノードから目標ノード5までの経路を図5に示す後向き探索木から求めてそれらをつなぎ合わせる。このようにして、各ノードを経由する経路を決定し、それをコスト順に並べた候補経路リスト(図6参照)に入れる。今の場合、13個の候補経路があるが、最初の候補経路15 → 16 → 6 → 5は、既に調べられた(作成時に除去される)ので、実際は12個である。そして、ステップS6へ進む。

【0037】ステップS6では、経路選択を行なう。即ち、ステップS5の経路合成処理において求めた候補経路リストの中から、コストの最も小さい経路を候補経路として選択して候補経路リストから除く。今の場合、次の候補経路として、15 → 16 → 6 → 7 → 6 → 5を選択して候補経路リストから除く。そして、ステップS7へ進む。

【0038】ステップS7では、移載方向チェック2を行なう。即ち、ステップS6の経路選択処理において選ばれた候補経路に対して、上述したステップS3の移載方向チェック1処理と同様な処理を行ない、移載方向が合っている場合には、候補経路を最適経路として一連の作業を終了する。一方、移載方向が合っていない場合には、ノード属性に基づいて、経路上のノードに反転可能なノードがあるか否かを判断し、反転可能なノードがある場合には、そのノードにおける反転動作を付けて候補経路を最適経路として一連の作業を終了する。

【0039】一方、移載方向が合わず、経路上のノードに反転可能なノードもない場合には、ステップS6へ戻り、次の経路を選択した後、ステップS7において再び移載方向チェック2を行なう。今の場合、移載方向が合わず、経路上のノードに反転可能なノードもない場合には、ステップS6へ戻る。

【0040】ステップS6では、次の候補経路として、15 → 16 → 6 → 7 → 6 → 5を選択して候補経路リストから除いた後、再びステップS7へ進む。ステップS7では、移載方向チェック2を行なう。今の場合、経路上に反転可能ノード7があり、そこで姿勢を反転すれば、移載方向が合うので、15 → 16 → 6 → 7 → 6 → 5を最適経路として一連の作業を終了する。

【0041】以上説明したように、上述した一実施例によれば、無人搬送車4を用いた無人搬送システムを設計

9

する場合、最低限の地図データだけ設定すれば、各ノードの分歧情報等を設定しなくても良いので、データ設定が簡単である。また、従来は、各移動ロボット5毎に1つの経路しか算出されず、かつ、移動方向の合う移動ロボット5の中で評価値の最も小さい(最適な)移動ロボット5に搬送指示が与えられていたが、この一実施例によれば、アーケ $a^k = (n^k, n^k)$ のコストを評価指標として、移動方向も考慮した最適経路が求められるので、常に最適な移動ロボット5に搬送指示が与えられる。

【042】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、データ設定が少なくて済み、しかも、移動方向合わせも可能な走行路を決定することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例による最適経路決定装置を適用した無人搬送システムの無人搬送車4の構成を示すブロック図である。

【図2】グラフ生成器8が生成したグラフGの一例を示す図である。

【図3】図7に示す無人搬送車4²に上述した搬送指示1が与えられた場合に最適経路を生成する最適経路生成

10

器9の動作を表すフローチャートである。

【図4】前向き探索木の一例を示す図である。

【図5】後向き探索木の一例を示す図である。

【図6】候補経路リストの一例を示す図である。

【図7】この発明の一実施例および従来例の無人搬送システムの構成を示すブロック図である。

【図8】従来の最適経路決定方法の課題を説明するための図である。

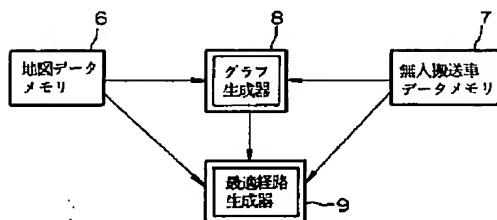
【図9】従来の最適経路決定方法の課題を説明するための図である。

【図10】従来の最適経路決定方法の課題を説明するための図である。

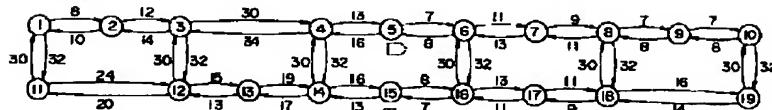
【符号の説明】

1	ホストコンピュータ
2	制御局
3	搬送路
4, 4 ¹ , 4 ² , ..., 4 ⁿ	無人搬送車
5, 5 ¹ , 5 ² , ..., 5 ^m	移動ロボット
6	地図データメモリ
7	無人搬送車データメモリ
8	グラフ生成器
9	最適経路生成器

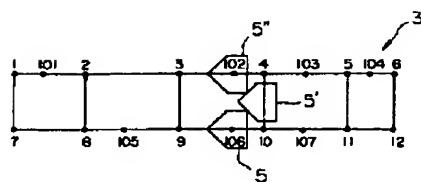
【図1】



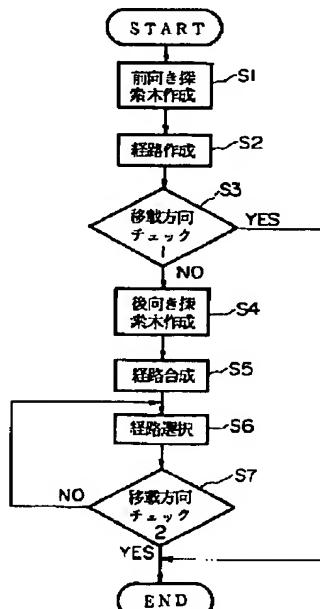
【図2】



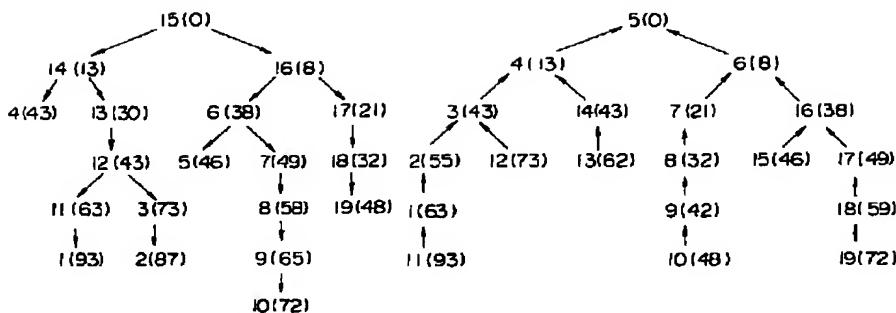
【図8】



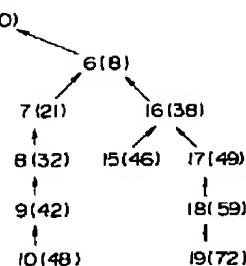
【図3】



【図4】



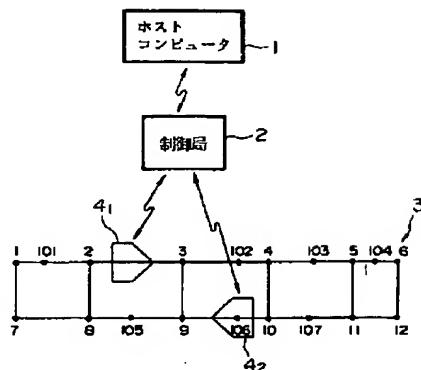
【図5】



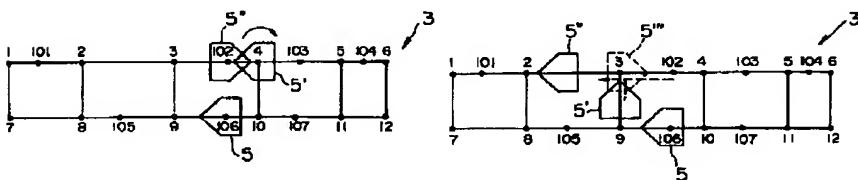
【図6】

No.	コスト	経由ノード	経路
1	46	6, 16	15 → 16 → 6 → 5
2	56	4, 14	15 → 14 → 4 → 5
3	70	7	15 → 16 → 6 → 7 → 6 → 5
4	70	17	15 → 16 → 17 → 16 → 6 → 5
5	90	8	15 → 16 → 6 → 7 → 8 → 7 → 6 → 5
6	90	18	15 → 16 → 17 → 18 → 17 → 16 → 6 → 5
7	92	13	15 → 14 → 13 → 14 → 4 → 5
8	105	9	15 → 16 → 6 → 7 → 8 → 9 → 8 → 7 → 6 → 5
9	116	3, 12	15 → 14 → 13 → 12 → 3 → 4 → 5
10	120	10	15 → 16 → 6 → 7 → 8 → 9 → 10 → 9 → 8 → 7 → 6 → 5
11	120	19	15 → 16 → 17 → 18 → 19 → 18 → 17 → 16 → 6 → 5
12	142	2	15 → 14 → 13 → 12 → 3 → 2 → 3 → 4 → 5
13	156	1, 11	15 → 14 → 13 → 12 → 11 → 1 → 2 → 3 → 4 → 5

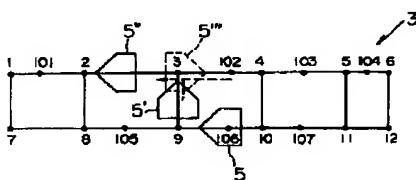
【図7】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁵
B 6 5 G 47/52識別記号
1 0 1 Z 8010-3F

F I

技術表示箇所